

高等学校教材

# 水文分析与计算

刘光文 主编

水利电力出版社



高等学校教材

# 水文分析与计算

刘光文 主编

水利电力出版社

## 内 容 提 要

本书阐述水文分析与计算的基本原理及方法。全书共分九章，书末有附录。内容包括：洪峰流量及时段洪量的频率分析，防洪安全设计与设计洪水，设计暴雨的分析与计算，设计暴雨推求设计洪水，可能最大暴雨与可能最大洪水，设计年径流及其分配，设计枯水径流量计算，设计泥沙量的分析和计算，附录部分有古洪水研究等内容。

本书为高等院校水文及水资源专业教材，也可作为各水利专业师生参考用书，并可供从事水文、水利工程和市政工程技术人员，以及有关科研人员参考。

高等学校教材

水文分析与计算

刘光文 主编

\*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

\*

787×1092毫米 16开本 16印张 363千字

1989年11月第一版 1989年11月北京第一次印刷

印数 0001—2600册

ISBN 7-120-00836-6/TV·275

定价3.25元

## 序 言

本书为陆地水文专业教材，共计九章另加附录。内容包括峰量频率计算、设计洪水、设计暴雨及推流、可能最大降水、设计年径流、设计枯水径流及设计泥沙量，并附“古洪水研究”及附表。本书第一至五章由朱元甦编写，第六章及附录“古洪水研究”由詹道江编写，第七至九章由丁晶编写。全部书稿经由刘光文通篇校订几遍，并通过教材编审委员会聘请吴正平同志审校，提出许多宝贵意见，使本教材质量得到提高，谨此鸣谢。在全书稿校订过程中，承许大明同志大力支持及协助，特此致谢。书中全部插图均由石宗祥同志精心描绘，为本书增色，在此并致谢忱。

在编写及校订过程中，努力注意于内容正确性和文字少而精，以及数值计算的确切性。惟仍恐纠一漏万。恳请使用本教材的读者同志留意发现谬误或欠妥之处，随时赐告（请函致南京西康路1号河海大学水文系水文计算教研组），以期于再版时改正。谨事先致感。

刘光文

1988年9月

# 目 录

## 序 言

第一章 绪论	1
第一节 水文分析与计算学科的基本任务	1
第二节 水文分析与计算的主要研究方法	2
第三节 水文分析与计算的基本内容	4
第四节 水文计算的典型程序——水库设计的水文计算程序	6
参考文献	8
第二章 洪峰流量及时段洪量的频率分析	9
第一节 水文过程的随机模型	9
第二节 纯随机模型对水文过程的适用性	10
第三节 洪水资料的分析处理	11
第四节 历史洪水的调查和考证	16
第五节 考虑历史洪水资料信息的洪水频率计算方法	22
第六节 设计成果的合理性分析	28
第七节 特大洪水的特性分析	32
第八节 安全修正值问题	38
第九节 算例	39
参考文献	42
第三章 防洪安全设计与设计洪水	43
第一节 防洪安全设计	43
第二节 设计洪水概念	52
第三节 设计洪水过程线的拟定	58
第四节 设计洪水的地区组成	64
第五节 入库设计洪水及分期设计洪水	68
参考文献	72
第四章 设计暴雨的分析与计算	73
第一节 暴雨特性分析	73
第二节 点暴雨量频率计算	81
第三节 面暴雨量频率计算	90
第四节 设计暴雨量的时空分布计算	99
参考文献	104
第五章 由设计暴雨推求设计洪水	105
第一节 概述	105
第二节 由设计暴雨推求设计洪水	106
第三节 小流域设计洪水计算	114
第四节 地区经验公式推求设计洪水	137
第五节 瞬时单位线的地区综合分析法	140

第六节 调查洪水的地区综合法 .....	144
参考文献 .....	146
<b>第六章 可能最大暴雨与可能最大洪水 .....</b>	<b>147</b>
第一节 前言 .....	147
第二节 可降水量 .....	148
第三节 我国的暴雨 .....	150
第四节 时面深分析 .....	157
第五节 暴雨的极大化 .....	161
第六节 暴雨移置 .....	165
第七节 外包 .....	169
第八节 暴雨组合法 .....	170
第九节 山区可能最大暴雨估算问题 .....	171
第十节 可能最大降雨的时空分布及其在流域上的应用 .....	175
第十一节 PMP等值线图 .....	177
第十二节 可能最大洪水 .....	178
参考文献 .....	179
<b>第七章 设计年径流及其分配 .....</b>	<b>182</b>
第一节 概述 .....	182
第二节 影响年径流量及年内分配的因素 .....	185
第三节 具有长期实测资料时设计年径流量及年内分配的分析计算 .....	187
第四节 具有短期实测资料时设计年径流量及年内分配的计算 .....	198
第五节 缺乏实测资料时设计年径流量及年内分配的计算 .....	204
第六节 流量历时曲线 .....	211
参考文献 .....	212
<b>第八章 设计枯水径流量计算 .....</b>	<b>214</b>
第一节 长期资料情况下设计枯水径流量的计算 .....	214
第二节 短期资料情况下设计枯水径流量的计算 .....	216
第三节 缺乏资料情况下设计枯水径流量的计算 .....	218
参考文献 .....	219
<b>第九章 设计泥沙量的分析和计算 .....</b>	<b>220</b>
第一节 概述 .....	220
第二节 影响泥沙量的因素 .....	221
第三节 河流泥沙量悬移质变化的特点 .....	222
第四节 多年平均泥沙量的估算 .....	226
第五节 泥沙量的年际变化与年内分配 .....	230
第六节 设计沙峰过程线 .....	232
第七节 泥沙颗粒级配的计算 .....	232
参考文献 .....	233
<b>附录I 古洪水研究 .....</b>	<b>234</b>
<b>附录II 附表 .....</b>	<b>240</b>

# 第一章 绪 论

## 第一节 水文分析与计算学科的基本任务

水资源是人类社会生产生活所必不可少的物质基础。洪水和干旱始终是威胁人类社会生存的自然灾害。从广义来说,水文分析与计算学科的基本任务就是:分析研究水文规律,为充分开发利用水资源,保护环境和治理水旱灾害工作提供科学的依据。

我国的水资源并不丰裕<sup>[1]</sup>,全国范围内的降水总量平均每年为6190km<sup>3</sup>,其中形成可利用的地面及地下水量合计为2710km<sup>3</sup>,占世界第六位。但是,水资源的消费是与人口密切相关的,按人口平均计算才能正确反映实际供需水平。全世界平均每人可占有的淡水量为10930m<sup>3</sup>/(年·人),而我国按10.1亿人口计算,只有2730m<sup>3</sup>/(年·人),仅为世界平均值的1/4。我国的水资源不仅人均水平很低,而且在地区上分布极不均匀,使矛盾更加尖锐。西北地区严重干旱缺水,广大内陆河流域平均年径流深仅有32mm,水资源短缺成为制约这一地区工农业生产发展的主要因素之一。东南沿海水资源比较丰富,不过由于人口密度过大,工农业生产发达,用水量和排污量急剧增加,使一些城市地区先后出现的水荒呈现日趋严重之势。

美国水文学家R.K.林斯雷曾指出<sup>[2]</sup>：“水循环概念可能会使人产生错觉,认为循环是以恒定的通量稳定地运转。其实远非如此,有些年份的汛期大雨倾盆,江河横溢。而有些时期,循环则是很平静,甚至是几乎停止运转的,广大地区干旱无雨,河流干涸”。我国大部分地区属季风型气候,上述水循环在时间上的不稳定性是十分明显的。在一定的条件组合作用下,有可能出现罕见的特大暴雨和特大洪水。也有可能出现连续几个月无雨或少雨,旱象持续可达若干年。据1949~1978年统计,全国平均每年受水旱灾害的耕地面积达4亿亩,平均每两年就要发生一次面积超过4亿亩的大灾。其中如1954年的长江和淮河流域大水,1959~1961年连续三年全国范围的严重干旱,不仅造成当时的工农业减产,人民生活困难,还影响到以后若干年内国民经济发展的速度。正如司马迁所感叹的：“甚矣哉,水之为利害也。”

各项水利建设的目的,不外乎除水害与兴水利。而除害兴利问题的提出,则是由于天然来水过程,往往与国民经济的需水过程不相适应而出现的矛盾。解决这种矛盾可采取各种工程措施和非工程措施。

每一项水利建设在实施过程中,都可以划分为规划设计、施工及管理运用三个阶段。水利建设既是为了解决来水和需水的矛盾,因此在实施过程中的每一阶段都需要水文工作提供关于未来水文情势的报告。不过由于各阶段的任务不同,因而对于水情报告的要求有着不同的内容和特点。

规划设计阶段水文计算的主要任务,是合理地确定工程措施的规模。倘使规模定得过



大，将会造成投资上的浪费；如果定得过低，又会使水利资源不能得到充分的利用，也是一种浪费。对于防洪措施，还可能造成工程失事，甚至于对人民的生命财产酿成巨大的损失。由于水利工程的使用期间一般为几十年甚至百年以上，因此在规划设计时，必须知道工程所控制的水体在未来整个使用期间可能出现的水文情势。水文分析与计算正是为了解决这一类问题而服务的学科。

施工阶段的任务是将规划设计好的建筑物建成，将各项非工程措施付诸实施。要达到这个目的，必须对施工和实施期间的水文情势有所了解。由于水利工程施工期限一般较长，往往需要一个季度以上，甚至长达几年之久。一方面，为了确定一些临时性建筑物的尺寸，如围堰、引水隧洞或渠道等等，必须预先估计整个施工期间可能出现的来水情势，而通常的水文和气象预报，往往不能提供这样长预见期的实时预报，需要通过水文分析计算途径来解决。另一方面，短期的（例如几天甚至几小时）实时水文预报，对于安排施工计划、组织施工等，具有十分重要的作用。

管理运用阶段的主要任务在于充分发挥已成水利措施的作用。为此就需要知道未来一定时期内的来水情况，以便确定最经济合理的调度运用方案。这一阶段对于水文工作的要求，就是根据水文分析计算获得未来长期内可能出现的平均情势，再考虑到水文预报所提供的较短期内的实时预报，从而拟定出最佳的调度运用方案。

综上所述，水文分析与计算主要是为水利建设规划设计阶段提供水文情势而服务的。规划设计的中心思想，在于拟定一个既经济合理又安全可靠的工程设计方案。掌握建筑物所在水体于未来整个使用期间的水文情势，是达到上述要求的基本前提。水文分析与计算的根本任务就是为规划设计拟定合理的工程设计方案。研究自然界水文现象发展变化规律，从而预估未来长时期内可能出现的水文情势。

国民经济还有许多部门，诸如工矿企业、城市建设、交通运输，尤其是农林水利建设，都需要了解有关的水情变化状况。譬如工矿企业必须解决工业用水的水源问题；城市建设必须解决供水、排洪及排污等问题；在交通运输方面，由于铁路、公路往往需要跨越江河，因而必须研究这些江河的水情变化规律，才能合理决定有关建筑物的尺寸，如桥梁的高度、涵洞的大小等；在航运方面，如果不掌握水情变化规律就会影响航运工程的规划和运营；在农、林、水利建设方面，诸如灌溉、排水、防洪、发电等等，更需要了解和掌握水情变化规律，才能正确拟定经济合理的技术措施。此外，不仅在进行基本建设时如此，对于已成的水利工程之调度运用，同样有必要了解水情的未来变化情况，才能使现有工程发挥较大的效用。总而言之，国民经济建设从多方面提出了必须研究天然水体水情变化规律的有关水文分析与计算问题。

## 第二节 水文分析与计算的主要研究方法

在说明现行水文分析与计算的具体方法之前，为了更好的了解水文分析与计算这门学科的性质和特点及其与另一学科——水文预报之间的区别和联系，有必要阐明如下的问

题, 即为什么水利建设对水文工作所提出的基本要求不能以统一的方法, 由一门学科来解决, 而是如目前这样, 形成了性质不同、方法各异的两门学科——水文分析与计算和水文预报。

这种情况是由水文现象的客观性质所决定的。大家知道, 动态规律性与统计规律性是自然现象中客观存在的两种基本规律性, 反映着必然性和偶然性两类范畴的存在与作用。在每种现象中都有着这两种规律的交互作用, 水文现象也不例外。

水文分析与计算和水文预报都是解决“预报”性质的任务, 有其统一的一面。但另一方面, 由于提供的预见期极不相同(水文计算要求预估未来几十年甚至几百年内的情况, 水文预报通常只能预报几天或一个月内的未来情况), 因而又使两者有所区别。水文预报由于提供的预见期较短, 往往是根据现象的前一过程(已发生)来预报后一过程(未来)的情况。这时, 必然性联系对于现象的发展起主导作用。因此在水文预报中, 主要采用探讨动态规律性的方法。例如根据上游断面的水文情况, 通过水流在河道中的传播规律来预报下游断面未来的水文情势。又如根据降雨过程, 通过降雨产生径流的规律, 来预报洪水过程。在这种过程中, 偶然性虽然也是存在的, 但并不决定着过程的本质方面。随着预见期的逐渐加长, 对于所研究的水文现象来说, 参预控制或影响结果的因素和过程, 也随之更为复杂化。这时, 现象之间的必然性联系退居次要地位, 而偶然性因素显示了重要的作用。因此, 在水文分析与计算中主要是采用探讨统计规律性的统计方法。这样就形成了两门不同的学科。

统计分析方法是依据当地的水文气象资料, 分析确定水文特征变量 $X$ , 超过给定数值 $x$ 的概率分布函数 $F(x)$ ;

$$F(x) = p\{X \geq x\}$$

并用来进行“概率预估”。概率预估不同于实时预报, 它只能预估某事件出现的概率 $P$ 即可能性, 而无法预报该事件实际出现的时刻。若能对水文特征变量作出正确的“概率预估”, 对于工程的规划设计、施工和管理工作都会是有帮助的, 可以作为决策人权衡得失的客观依据。现以一项防洪工程措施为例, 如培修堤防和疏通排洪道以扩大河道行洪能力, 若要求排洪流量 $Q_n = 800\text{m}^3/\text{s}$ , 需投资为 $K_1$ 万元, 削减排洪流量为 $640\text{m}^3/\text{s}$ , 则投资也相应降低为 $K_2$ 万元。由水文计算成果得知, 两流量相应的出现概率分别为5%和10%。说明两种不同的工程规模建成后防洪效益也是不同的。前者每年受灾的可能性为5%, 或者说它的安全保证程度为95%; 后者受灾的可能性为10%, 安全保证程度为90%。从而客观反映出安全与经济的矛盾。可以作出若干方案, 综合比较各方案的工程投资与受灾的风险, 据以选定适宜的方案来实施。

目前我国在水工设计中, 并不是根据工程经济分析结果作出决策来选取最优方案, 而是由规范统一规定工程的设计标准, 即规定设计采用相应概率 $P$ 的水文变量作为设计条件, 比如大型水库汛期防洪安全设计标准为 $P = 0.01\%$ , 又如大型水电工程的发电保证率为99%等。为此, 水利电力部曾颁发《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准(山区、丘陵区部分)》SDJ12-78和出版了《水利动能设计手册》。由水利工程的规模、重要性及效益情况, 按其中的规定就可以确定其等级和相应的设计标准, 包括洪水安全设计标准和

发电、灌溉及通航等兴利的设计标准。

因此，对水文计算的具体要求是：推求在工程运用期间，当地可能出现的符合设计标准  $P$  的水文变量或水文过程。譬如  $P = 0.01\%$  的设计洪峰流量  $Q_{m,0.01}$ ；3 天洪量  $W_{3,0.01}$  及设计洪水过程线  $Q(t)_{0.01}$ 。

要满足上述要求，水文分析与计算必须研究以下问题，即

- 1) 决定各种水文特征值的数量大小；
- 2) 确定该特征值在时间上的分配过程；
- 3) 确定该特征值的空间分布方式；
- 4) 估算人类活动对水文过程及环境的影响。

在解决这些问题的实际工作中，经常遇到两种不同资料条件，即具有充分实测资料和实测资料短缺的情况。

在具有充分实测资料的情况下，现行的水文计算方法主要是采用数理统计方法，来探讨水文现象的统计规律性。即首先对水文特征值的数量大小进行频率分析（暂不考虑与每一数量所相应的不同时空分布情况），以求得这一特征值的频率曲线<sup>①</sup>。

对于时间和空间的分配问题，现行水文计算方法，是从考虑数量大小与时空分配的相互联系着手，利用组合频率的概念，并适当地考虑安全因素，然后通过典型过程放大或缩小的具体方法来拟定一种时间和空间的分配方案。

在实测资料短缺的情况下，现行方法主要是以水文现象之间的某些客观联系作为依据，再按照不同的情况，采用不同的具体方法。例如相关分析、等值线图、经验公式以及水文比拟法等，来解决上述问题。

从以上所述可以看出，水文分析与计算的成果，主要就表现为求得某一水文特征值的频率曲线以及拟定相应的某种时空分配过程。根据这种形式的水文计算成果，在规划设计中拟定合理的措施规模，一般采用设计频率（或平均重现期）的概念。首先规定某种事故或失事的风险率作为设计标准，以用来确定各种水文特征值的设计值，再配上相应的时空分配方式，就可以最终确定工程的规模尺寸。规定作为设计标准的这个频率值称为设计频率。应该指出，由于现行水文计算方法在解决数量大小、空间分布和时间分配这三个问题时，理论上还很不完善，因此在实用上就往往不够可靠（特别是在缺乏实测资料时为然）。鉴于这种情况，目前在水文计算的实际工作中，当计算成果可能偏大偏小，而根据又不很充分时，往往适当地考虑到安全因素，来肯定最后选用的计算成果。

### 第三节 水文分析与计算的基本内容

为了根治洪涝旱等灾害，合理开发水资源，需要兴建一大批水利工程措施，同时也需要采取各种适宜的非工程措施。在规划设计和运用这些措施时，需要通过多种方案的对比分析才能选定最优方案。在从事这项技术经济比较工作时，“输入”是设计流域的基

① 关于这个曲线的名称，水文习惯采用与数学不同的名称。水文计算一般称这个曲线为频率曲线，有时称为累积频率曲线（对其微分曲线称为频率分配曲线）。而数学上则称为概率分布曲线（对其微分曲线称为概率密度曲线）。此外，在水文方面有时为了与经验频率曲线区别，往往又称为理论频率曲线。

本资料，包括地理、地形、气象、水文、社会经济等资料和设计方案。经过一定的水文计算和水利计算程序，“输出”一个符合要求的最优设计方案，包括工程措施及非工程措施的项目、位置及其规模尺寸等基本参数。

优选规划设计方案程序大体可以分成两个环节。

水文计算是第一个环节，其输入为基本资料，输出的成果是当地可能出现的水文情况。水文计算分系统的输出是后继环节水利计算的输入。水利计算则是在掌握了当地自然情况和国民经济对水资源开发的各种要求后，研究分析各种设计方案的经济效益，从中选定最优的参数值，或作出恰当的决策，如图1-1所示。

严格来说，规划设计方案实施后，所在流域的天然水文情势必将有相应的改变。因此，在规划设计阶段中就需要预计这部分变化。前述优选方案程序具有动态系统寻优的性质。规模不大的工程措施或非工程措施一般不会显著改变水文情势，在规划设计时可不考虑措施本身的水文效应。当需要估算这部分变化时，在实际工作中通常是先不考虑各项措施可能具有的水文效应，初选最优设计方案，再通过计算估计出方案实施后的水文效应，对预估的水文特征作必要的修正。如将坝址洪水修正为建库后的入库洪水，又如考虑水库水体对库区周围自然环境的改变等。考虑修正后的水文情势要对原设计方案也作适当的调整（见图1-2）。由于水文计算成果精度不高，而上述水文效应相对较小，因此一般不必再考虑对调整后的设计方案，作水文特征的进一步修正。

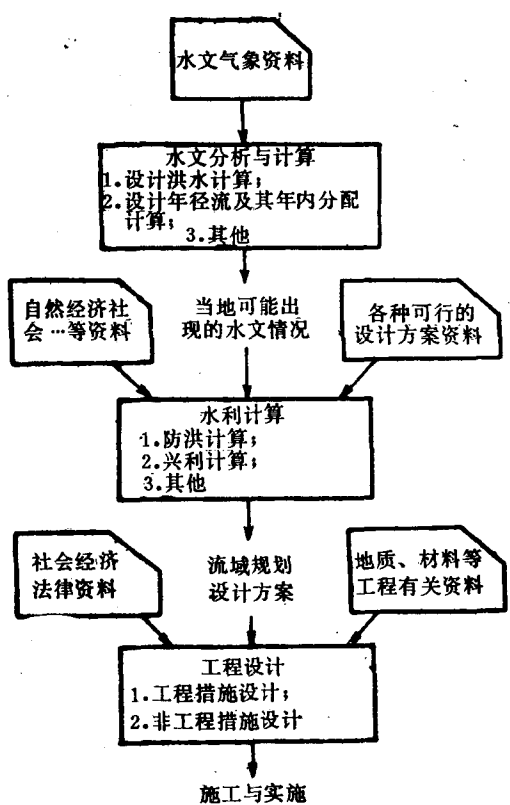


图 1-1 流域综合开发规划设计实施工作流程图

图 1-2 考虑设计方案水文效应修正计算流程图

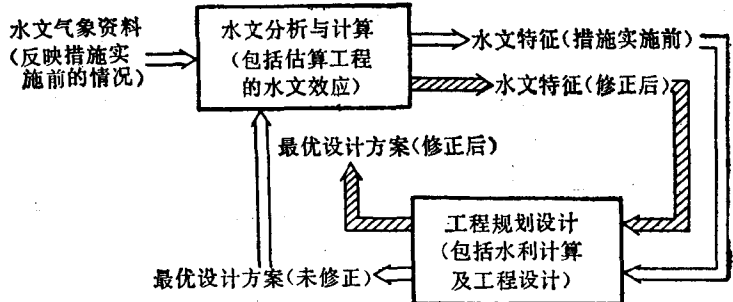


图 1-2 考虑设计方案水文效应修正计算流程图

估算各项措施的水文效应程序，是根据流域径流形成的基本原理，结合当地自然情况，分析确定各种水文气象及地理因素对水文情势的影响。再按照措施对流域自然条件改变的程度，估算措施实施后的水文情况。这部分工作也属于水文计算学科的内容。

#### 第四节 水文计算的典型程序——水库设计的水文计算程序

##### 一、基本资料的收集和整理

这是水文计算必不可少的基础工作，也是提高设计成果可靠性的关键之一。

流域资料包括：流域地理位置，地形地貌，河道走向，河道断面特征，流域内水利化及水土保持工程发展概况，以及自然地理特征等。

气象资料主要是降水资料。除水文年鉴所刊印者外，还应注意收集历史暴雨调查资料，以及其他工农业部门非正规的观测资料，还应收集与水文有关的气象要素观测资料。

水文资料主要来源于水文年鉴、各省区的水文统计和水文手册等。同时，应注意收集有关的历史洪水调查资料和洪旱灾害的文献资料。

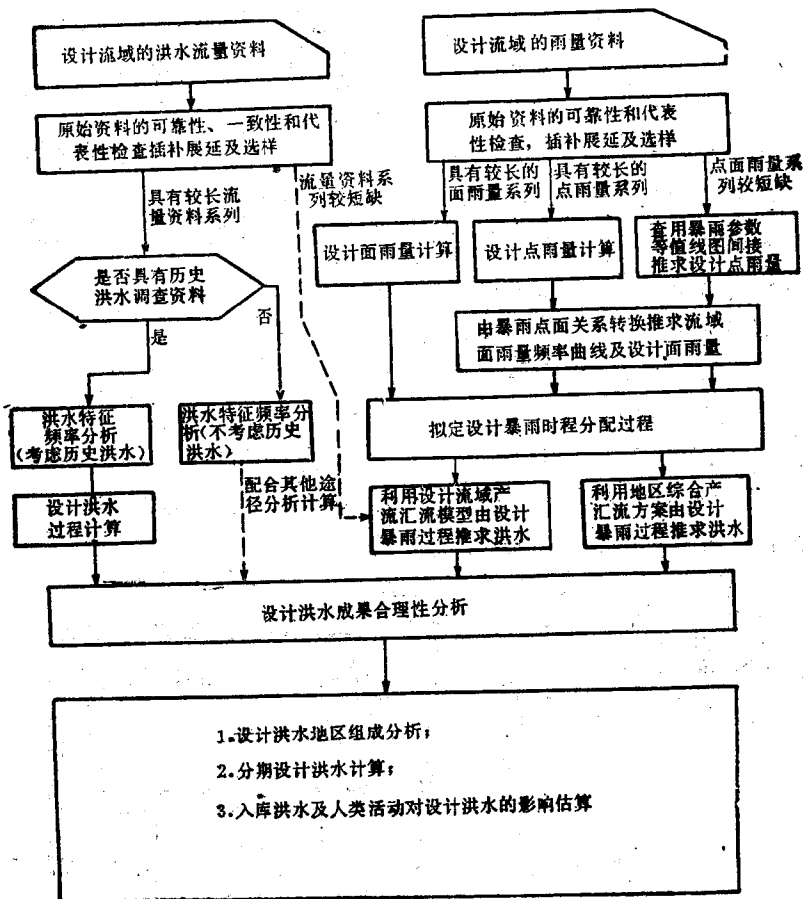


图 1-3 设计洪水计算程序框图

这些资料是水文计算程序的输入项。

## 二、设计洪峰、洪量及设计洪水过程线计算

设计洪水计算程序根据设计流域的资料情况，分成如下两种：

- 1) 由流量资料推求设计洪水；
- 2) 由暴雨资料求设计洪水。

具体计算程序可绘成示意框图（见图1-3）。

经过水文计算，可以求得符合于指定设计标准的设计洪峰、洪量及设计洪水过程线。

## 三、可能最大洪水计算

这部分计算程序可以绘成示意框图（见图1-4）。大体上分成三步：

- 1) 选定或建立适用的暴雨模式；
- 2) 暴雨模式的极大化，即分析各项气象因子的可能组合，从而得出可能最大暴雨（PMP）；

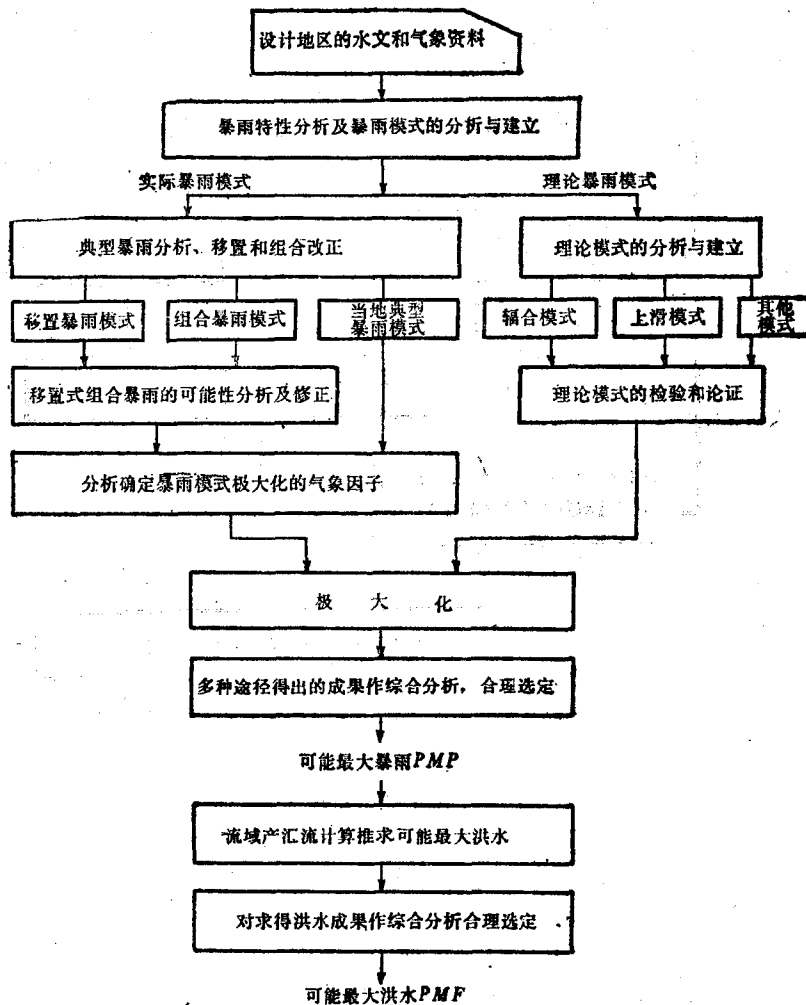


图 1-4 可能最大洪水（PMF）算法框图

3) 由可能最大暴雨推求可能最大洪水 (PMF)。

#### 四、设计年径流量及其年内分配计算

这部分计算程序可以绘成示意框图 (见图1-5)，其输入项为设计流域的径流资料。对于一些缺测的年份，或者当本流域资料数量不足时，则需要补充一些可以说明这些年份水文情况的参证资料，例如邻近地区或上下游测站的气象水文资料。

经过逐项水文计算程序，输出的是符合于指定设计频率，如75%、80%或90%的设计年、季和月径流量，以及由它们组合而成的径流年内分配过程。

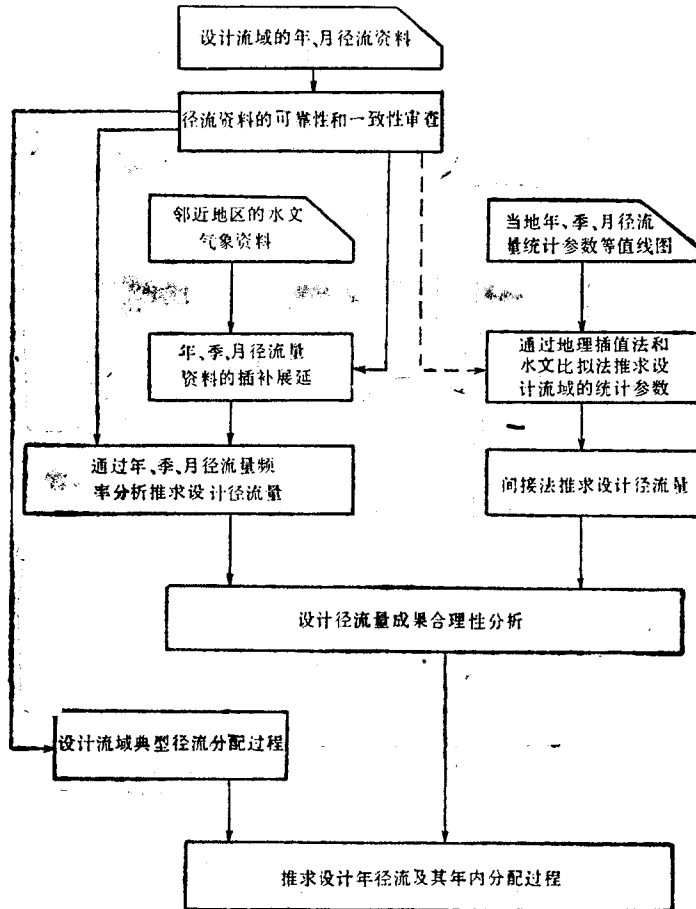


图 1-5 设计年径流量及其年内分配算法框图

#### 参 考 文 献

- [1] 刘光文等编，水文分析与计算，中国工业出版社，1963。
- [2] R.K. 林斯雷等著，刘光文等译，工程水文学，水利出版社，1981。
- [3] 水利水电工程设计洪水计算规范 (SDJ22-79)，水利出版社，1981。
- [4] 水利水电工程水文计算规范 (SDJ214-83)，水利出版社，1985。
- [5] 焦得生等，中国水资源评价概述，水文，1986年第5期。

## 第二章 洪峰流量及时段洪量的频率分析

### 第一节 水文过程的随机模型

随时间或随其他变量连续变化的现象统称为“过程”。水文现象在时间和空间上一般都是连续变化的，属于多维过程。人们观测客观的水文过程，分析归纳其变化特性，把主观的认识概括成为一个远比原型简单的模型，用来模拟和预估原水文过程的某些（不是全部）特性。由于研究分析的角度不同，要求目的不同，因而建立的水文模型也不同。对于同一个实际的水文过程，可以用“确定性模型”来描述，也可以用“随机模型”来描述；可以用这一种随机模型，也可以用另一种随机模型。

任何事物的运动变化和发展都是有其原因的，这种因果关系一般是确定性的，反映水文现象变化的水文过程也不例外，其自然现象本身无疑也是一个“确定性过程”。但是在分析研究实际问题时，受到资料和认识的限制，无法考虑所有影响因素的所有作用，有的不得不把其中的次要部分作为随机因素来处理。

要建立和应用“确定性模型”来预估各项措施在运用期间的水文过程，就必须给出所有有关因素的变化过程。然而在很多情况下，这是很难作到的。例如分析研究一个地区在今后50年期间年极大洪峰流量的变化过程，参预过程中的因素是多不胜数的，而每个因素（如温度场、湿度场等）本身又都是一个复杂过程，又有其各自的影响因素过程。在这种情况下，人们就不得不在模型中引入机会的概念，而形成一种“随机模型”。随机模型不同于确定性模型。它不再是给出确定性答案，而是研究带有某种可能性的“预估”。

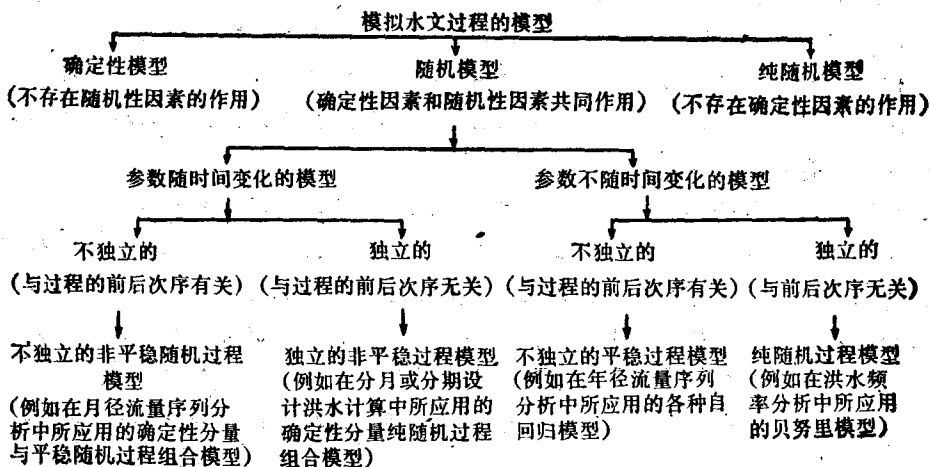


图 2-1 水文过程的随机模型分类示意图



纯随机模型与确定性模型是反映理想的两种相互对立的极端情况。介乎两者之间的即由随机因素和确定性因素共同作用下的模型，都统称为“随机模型”。两种因素成分比例不同，模型的性质也就逐步由一个极端过渡到另一个极端。图2-1对水文过程的随机模型作示意性说明。

## 第二节 纯随机模型对水文过程的适用性

水文过程的实际变化一般是属于依时间变化的、具有持续性的、不平稳的随机过程。由于水文观测资料只是时间序列的一个现实，又无法通过人工试验来扩大资料信息；人们很难根据现有的几十项资料序列，构造一个复杂的随机模型，来确切地反映水文随机过程的时变性和不平稳性。因此，在实际的水利水电设计工作中，所采用的水文计算方法，基本上都是依据最简单的纯随机模型。把逐年的水文变量作为同一总体的简单独立随机抽样，这意味着把水文过程看作为平稳的，假设不具有任何确定性成分的作用，即不存在周期或趋势。又因为是作为独立随机抽样，所以也就假设不存在前后项相互影响的“持续性”，即逐年出现的水文变量数值与次序无关。

水文计算工作采用这样一种模型，是与研究分析的对象有关的。因为要求模拟或预估的“时间尺度”既不是长达几万年的“地质尺度”或几千年的“历史尺度”，也不是短到几日或几小时的“实时预报尺度”，而是约一百年左右的“工程尺度”。对于地质尺度来说，地球气候变迁，冰河期的出现等过程都必须考虑，变化过程的趋势性和周期性是不容忽视的，显然采用平稳随机模型来描述是完全不合适的。而对于“实时预报尺度”的水文过程，降雨等确定性成分对水文过程起着决定性影响，随机成分作用相对很弱。显然无法采用纯随机模型来预报何时出现多么大的洪水，因为模型假定任何一定时段内出现洪水的可能性都是相同的常数，而且出现任何数量洪水的可能性都是存在的。

如前所述，现行的水文计算方法是以纯随机模型为基础，分析和计算当地可能出现的水文情势，然而纯随机模型并不能确切反映实际水文过程的变化特性，势必将给计算结果带来一定的误差。为了消除或减少这部分误差，水文计算人员采取下列一些措施：例如取“年”作为时段。这样就可以不考虑水文变量在年内因季节不同而造成的波动，同时又可把连续的水文时间过程离散化。又如不以日历年而以水文年来分界，以尽量消除相邻年的水文变量之间的相关关系。

在分析年内各月径流量分配或洪水的逐日流量过程时，选择各种极值，如最大1日、3日、7日洪量，或时段径流量，如最小1个月、3个月、……径流量，作为频率分析的样本，因为它们多少接近于相互独立的具有同分布的纯随机过程。

再如，在进行计算前，力求对水文资料作还原计算，或进行一致性改正，来消除或减少水文过程中趋势项和突变项所造成的不平稳性等。要正确理解在水文计算工作中进行各种资料处理的目的是和作用，并且对这些分析、整理、选样、还原或修正、统计等原始资料的加工处理工作给予足够的重视。

应当指出，虽然目前在水文计算工作中，应用得最广泛的方法都是以“纯随机模型”